

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-280978
 (43)Date of publication of application : 27.10.1995

(51)Int.Cl.

G21C 7/12
 G21C 17/00

(21)Application number : 06-076089

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.04.1994

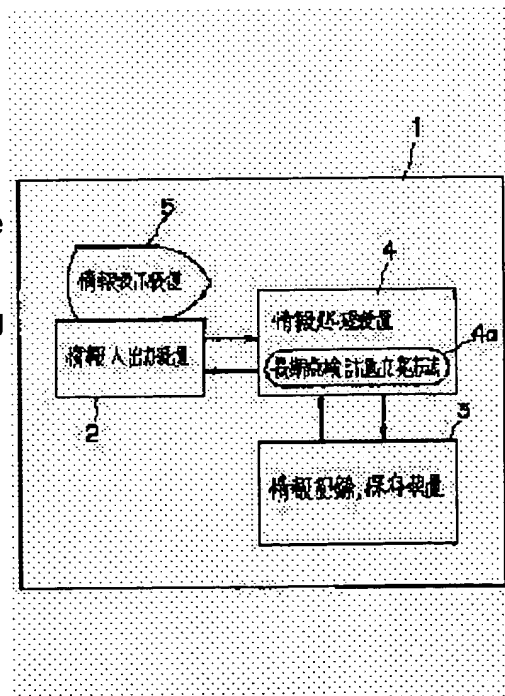
(72)Inventor : SHIMIZU SHUNICHI
 ISHISATO SHINICHI
 OKUZUMI NAOAKI

(54) METHOD AND DEVICE FOR FORMING LONG-TERM INSPECTION PLAN FOR CONTROL ROD DRIVE MECHANISM

(57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to level off the number of control rod drive mechanism to be checked in periodic inspections and consequently optimizing the inspection cost and process and the quantity of work, contributing to the improvement in the reliability of the control rod drive mechanism and the efficiency of maintenance work.

CONSTITUTION: This device is equipped with an information inputting and outputting unit 2 to input and output data about the arrangement of control rod drive mechanism in a core, the number of operation cycles after an inspection and others and those about future inspection plans, an information recording and storing unit 3 to record and store the information of such data, an information processing unit 4 to process the information about the formulation of long-term inspection plans based on such data and an information displaying unit 5 to display the information about the formulated long-term inspection plans.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-280978

(43) 公開日 平成7年(1995)10月27日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 2 1 C 7/12		Z 9117-2G		
17/00	GDB		G 2 1 C 17/ 00	GDB Z

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-76089

(22) 出願日 平成6年(1994)4月14日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 清水 俊一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 石里 新一

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

(72) 発明者 奥住 直明

神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

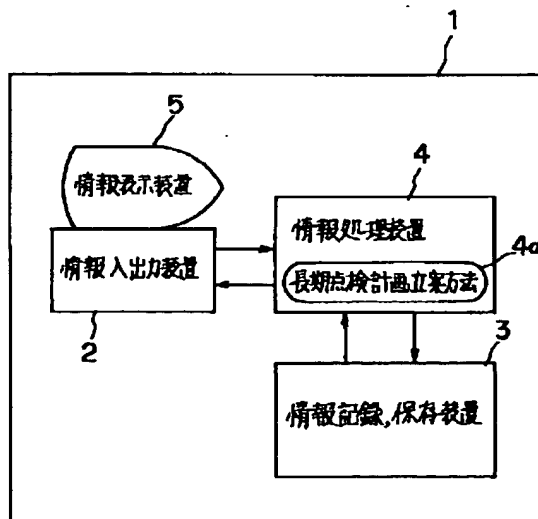
(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 制御棒駆動機構の長期点検計画立案方法および装置

(57) 【要約】

【目的】 定期検査で点検する制御棒駆動機構の本数を標準化することができ、これにより点検費用、工程および作業量を最適化し、制御棒駆動機構の信頼性向上と保守作業の効率化に寄与する。

【構成】 制御棒駆動機構の炉心配置、点検後運転サイクル数その他のデータと以後の点検計画に関するデータとの入出力を行う情報入出力装置2と、そのデータの情報記録および保存を行う情報記録、保存装置3と、そのデータをもとに長期点検計画の立案についての情報処理を行う情報処理装置4と、立案された長期点検計画に関する情報の表示を行う情報表示装置5とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 原子炉に設けられている各制御棒駆動機構について、その炉心配置と前回の点検後に運転された点検後運転サイクル数とに関するデータを求め、近接配置の複数の制御棒駆動機構を1グループとする区分方法で前記制御棒駆動機構を複数グループに分け、前記サイクル数が多い制御棒駆動機構を最も多く含むグループから順に、次回以降の点検をグループ単位で行うべく設定することを特徴とする制御棒駆動機構の長期点検計画立案方法。

【請求項2】 点検後運転サイクル数が多い制御棒駆動機構を最も多く含むグループから順に点検を行うことに加え、その各点検毎に同グループ以外のグループに属する前記サイクル数の多い制御棒駆動機構の点検も併せて行うべく設定することを特徴とする請求項1記載の制御棒駆動機構の長期点検計画立案方法。

【請求項3】 制御棒駆動機構の炉心配置、点検後運転サイクル数その他のデータと以後の点検計画に関するデータとの入出力を行う情報入出力装置と、前記データの情報記録および保存を行う情報記録、保存装置と、前記データをもとに長期点検計画の立案についての情報処理を行う情報処理装置と、立案された長期点検計画に関する情報の表示を行う情報表示装置とを備えたことを特徴とする制御棒駆動機構の長期点検計画立案装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、原子力プラントの制御棒駆動機構(C.R.D.)の点検計画の立案において、点検する制御棒駆動機構の炉心配置を最適化すると同時に1回の定期検査で点検する制御棒駆動機構の本数を平準化することができる制御棒駆動機構の長期点検計画立案方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、原子力プラントの制御棒駆動機構の点検計画の立案は、設計あるいは保守の専門技術者によって、種々の情報収集とその分析および経験、知識等に基づいて判断されている。

【0003】例えば、点検計画の策定者は制御棒駆動機構の性能や劣化状況の評価に必要な点検、保守情報を収集、分析し、専門家としての判定手順や判定知識に基づいて、制御棒駆動機構の点検計画を策定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、制御棒駆動機構の性能は、経年劣化あるいは機器や部品の交換など種々の保守作業により、初期の状況と相違を生じる場合があり、その結果、プラントの運用初期に策定した点検計画では、保全過剰や不具合、故障の増加による稼働率の低下や経済的損失などの大きな影響として現れる場合がある。

【0005】また、従来では制御棒駆動機構の点検作業

が、炉心配置において無作為な位置で抽出された制御棒駆動機構について個別に行われているため、作業能率の低下、工期の長期化等を招くとともに、他の点検、保守作業との並行作業が面倒である等の問題もあった。

【0006】さらに、点検サイクルを延長する等の変更を行う場合、将来に亘る長期の点検方針を立てる必要があり、特定の定期検査毎に策定する従来の技術では、将来の定期検査で多数の制御棒駆動機構を集中的に点検する必要が生じたり、点検箇所が多様化する等の不合理を生じる場合がある。

【0007】本発明は、このような事情に基づいてなされたもので、原子力プラントの制御棒駆動機構の点検計画の立案において、点検する制御棒駆動機構の炉心配置を最適化すると同時に1回の定期検査で点検する制御棒駆動機構の本数を平準化することができ、これにより点検費用、工程および作業量を最適化し、制御棒駆動機構の信頼性向上と保守作業の効率化に寄与することができ、また、点検する制御棒駆動機構を炉心配置上においてグループ化することにより、定期検査において同時期に実施される燃料交換作業等の他の点検、保守作業との並行作業を可能とし、定期検査の工程短縮にも寄与することができる制御棒駆動機構の長期点検計画立案方法および装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、本発明に係る制御棒駆動機構の長期点検計画立案方法は、原子炉に設けられている各制御棒駆動機構について、その炉心配置と制御棒駆動機構の長期点検計画立案装置は、長期間の点検計画の立案に必要な前回の点検後に運転された点検後運転サイクル数とに関するデータを求め、近接配置の複数の制御棒駆動機構を1グループとする区分方法で前記制御棒駆動機構を複数グループに分け、前記サイクル数が多い制御棒駆動機構を最も多く含むグループから順に、次回以降の点検をグループ単位で行うべく設定することを特徴とする。

【0009】この場合、点検後運転サイクル数が多い制御棒駆動機構を最も多く含むグループから順に点検を行うことに加え、その各点検毎に同グループ以外のグループに属する前記サイクル数の多い幾つかの制御棒駆動機構の点検も併せて行うべく設定することが望ましい。

【0010】また、本発明に係る制御棒駆動機構の長期点検計画立案装置は、制御棒駆動機構の炉心配置、点検後運転サイクル数その他のデータと以後の点検計画に関するデータとの入出力を行う情報入出力装置と、前記データの情報記録および保存を行う情報記録、保存装置と、前記データをもとに長期点検計画の立案についての情報処理を行う情報処理装置と、立案された長期点検計画に関する情報の表示を行う情報表示装置とを備えたことを特徴とする。

【0011】

【作用】本発明によれば、原子力プラントの制御棒駆動機構の点検計画の立案において、点検する制御棒駆動機構の炉心配置を最適化すると同時に1回の定期検査で点検する制御棒駆動機構の本数を平準化することができ、それにより点検費用、工程および作業量を最適化することができ、制御棒駆動機構の信頼性向上と保守作業の効率化に寄与することができる。

【0012】また、点検する制御棒駆動機構を炉心配置上においてグループ化することにより、定期検査において同時期に実施される燃料交換作業等の他の点検、保守作業との並行作業を可能とし、定期検査の工程短縮にも寄与することができる。

【0013】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。なお、本実施例は沸騰水型原子炉（BWR）の制御棒駆動機構（CRD）について適用したものである。

【0014】図1は、本発明の一実施例のブロック構成を示している。

【0015】データおよび長期点検計画立案装置1により立案された長期点検計画データの情報入出力装置2と、前記のデータおよび前記の長期点検計画データの情報記録保存装置3と、この情報記録保存装置3に記憶された各種データおよび長期点検計画立案手法4aにより点検サイクル先までの長期間の点検計画を立案する情報処理装置4と、情報記録保存装置3に記憶された各種データおよび情報処理装置4により立案された長期点検計画データ等を提供する情報表示装置5とから構成されている。

【0016】図2は、本実施例の方法の手順をフローチャートによって示している。

【0017】本実施例では、まず長期間の点検計画の立案に必要なデータとして、制御棒駆動機構の炉心配置および前回の点検後に使用され再点検を行っていないプラントの運転サイクル数（以下、点検後サイクルと略す）を準備する。

【0018】次に、変更（延長）後の制御棒駆動機構の点検サイクル数nを規定する。そして、制御棒駆動機構の炉心配置をn個のグループに分割するグループ分けを行い、nサイクル先までの点検対象となる制御棒駆動機構を選定することにより、長期の点検計画を立案する。まず、i=1とし、次回の定期検査で点検する制御棒駆動機構を選定する。

【0019】ここでは、点検後サイクル数が最長となっている制御棒駆動機構を最も多く含んでいるグループの全ての制御棒駆動機構と、最も少ないグループおよび2番目に少ないグループに含まれている最長の点検後サイクルの制御棒駆動機構をiサイクル先の定期検査で点検する制御棒駆動機構として選定する。そして、選定された制御棒駆動機構の点検後サイクル数を“1”とし、残りの制御棒駆動機構の点検後サイクル数を1増加させ

る。また、iを1増加させる。

【0020】この手順を、i>nとなるまで繰り返し実行する。このことにより、iサイクル先までの点検対象となる制御棒駆動機構を順次、選定していることが可能となる。

【0021】次に、各iサイクルにおける点検台数Ciと全制御棒駆動機構の台数を変更後の点検サイクルnで割った標準点検台数Nとを用いて、標準からの偏差（これを最適化指標とする）xを下式のように求める。

【0022】

【数1】

$$x = \sum_{i=1}^n |C_i - N|^2 \quad \text{式(1)}$$

【0023】そして、このxの値が最小となるように、炉心配置のグループ分けを変更し、上記の手順を繰り返し実行する。xが最小となるグループ分割のときに得られたnサイクル先までの点検対象となる制御棒駆動機構の選定結果を、最適な長期点検計画とし、提供する。

【0024】以下、具体的な事例を基に、本発明の方法について説明する。

【0025】図3は、BWRの炉心配置上の制御棒駆動機構の位置（1つの棒が制御棒駆動機構1台に相当）を示し、棒内の数値は、前回の点検後の点検せずに使用したプラントの運転サイクル数（以下、点検後サイクルと略す）を示している。ここで例えば、棒内の数値“5”は、前回の点検から5回のプラントの運転サイクルを経ていることを示している。制御棒駆動機構の点検サイクルを5サイクルと規定しているプラントの場合、この制御棒駆動機構は、次の定期検査で点検対象となることを示している。

【0026】なお、図3の例は、制御棒駆動機構の点検サイクルを5サイクルとし、炉心配置上、無作為な位置の制御棒駆動機構を点検してきている一般的なプラントの制御棒駆動機構点検計画の一例を示すものである。

【0027】図4（1）～（8）は、制御棒駆動機構の点検サイクルを5サイクル（炉心配置を5分割したグループ毎に制御棒駆動機構を点検することに相当）から、7サイクル（炉心配置を7分割したグループ毎に制御棒駆動機構を点検することに相当）に変更する場合の長期点検計画立案手法の情報処理手順（アルゴリズム）を図式化したものである。以下、図4により、長期点検計画立案手法のアルゴリズムを説明する。

【0028】本事例のように、点検サイクルを変更（延長）する場合、それぞれのグループには前回の点検から5サイクルを経過した制御棒駆動機構が含まれている可能性がある。この場合、サイクル変更後の1回目の定期検査で点検する制御棒駆動機構を、図4の（1）に示すようにグループAの全ての制御棒駆動機構と、例えばグループF、Gの5サイクルを経過した制御棒駆動機構の

点検を実施するように選定する。但し、ここでグループAは、前回の点検から5サイクルを経過した制御棒駆動機構が最も多いグループであり、グループF、Gは、前回の点検から5サイクルを経過した制御棒駆動機構が最も少ないグループの順に選定する。

【0029】次に、図4(2)に示すように、上記の手順に選定された制御棒駆動機構の点検後のサイクルを“1”とすると同時に、選定されなかった他の制御棒駆動機構の点検後のサイクルを“1”増加させる。すなわち、次回の定期検査における各制御棒駆動機構の点検後のサイクルを設定する。

【0030】以下、同様の手順により、変更後の点検サイクル先までの制御棒駆動機構の長期点検計画を立案することができる。

【0031】例えばサイクル変更後の2回目の定期検査で点検する制御棒駆動機構を、図4の(2)に示すようにグループBの全ての制御棒駆動機構と、例えばグループC、Dの6サイクルを経過した制御棒駆動機構の点検を実施するように選定する。但し、ここでグループBは、前回の点検から6サイクルを経過した制御棒駆動機構が最も多いグループであり、グループC、Dは、前回の点検から6サイクルを経過した制御棒駆動機構が最も少ないグループの順に選定する。

【0032】次に、図4(3)に示すように、上記の手順に選定された制御棒駆動機構の点検後のサイクルを“1”とすると同時に、選定されなかった他の制御棒駆動機構の点検後のサイクルを“1”増加させる。すなわち、次回の定期検査における各制御棒駆動機構の点検後のサイクルを設定する。

【0033】以上の手順を繰り返すことにより、変更後の点検サイクル先までの制御棒駆動機構の長期点検計画を立案することができる。

【0034】図5(1)～(8)は、制御棒駆動機構の点検サイクルを5サイクル(炉心配置を5分割したグループ毎に制御棒駆動機構を点検することに相当)から、8サイクル(炉心配置を8分割したグループ毎に制御棒駆動機構を点検することに相当)に変更する場合の長期点検計画の立案手順を図式化したものであり、図4を用いて説明した長期点検計画立案手法のアルゴリズムを適用することにより、点検サイクルの変更の仕方によらず、提案した長期点検計画立案手法により、制御棒駆動機構の長期間の点検計画を立案できることを示している。

【0035】この長期点検計画立案手法は、適用するプラントが、その炉心配置において無作為な位置の制御棒駆動機構を点検する状態でも、既にグループ化された制御棒駆動機構を点検する状態のいずれにも、単純にグループの設定方法を変えるだけで、適用することができる。

【0036】図6は、図4および図5に示した長期点検

計画立案手法を用いて実現した長期点検計画立案装置の情報入出力装置の画面の一例を示すものである。即ち、この例は、図3に示した点検後サイクルとその炉心配置を示すプラントの制御棒駆動機構点検計画データ(点検サイクルが5サイクルでその炉心配置が無作為のデータ)から、点検サイクルを7サイクルに延長(変更)し、かつ炉心中心より扇状に7つのグループに分割した場合の長期点検計画を立案する事例を説明するものである。

【0037】図6の左側の画面は、BWRの炉心配置上の制御棒駆動機構の位置(1つの枠が制御棒駆動機構1台に相当)を示し、枠内の数値は前回の点検後のサイクル数を示している。このサイクルデータは、長期点検計画立案装置の情報入出力装置により、マウス等の入力装置により、画面上の枠を指示し、キーボード等の入力装置により数値を入力することにより、本画面の対話形式により、前回の点検後のサイクル後、あるいは分割するグループ数等を入力することができる。

【0038】また、グループの分割は、図4を用いて説明した長期点検計画立案手法により最適な分割方法を自動的に選定、表示するが、装置使用者の操作要求として、BWR炉心配置上の枠をマウス等の入力装置により指示することにより、マニュアルで設定し、長期点検計画を策定することも可能である。

【0039】図6の右側の画面は、上述した情報の入力操作により得られた各グループに属する制御棒駆動機構の点検後サイクル別の台数を示すものである。例えば、グループAの点検後サイクル“5”の制御棒駆動機構は、4台あることを示している。すなわち、本例は、長期点検計画立案の情報処理対象となるデータに相当するものであり、図4の(1)に相当するものである。このデータを基に、図4を用いて説明した長期点検計画立案手法により、点検サイクル先までの制御棒駆動機構の長期点検計画が自動的に立案できる。

【0040】図7は、図6のデータを基に、長期点検計画立案手法および同装置により策定された点検サイクル先までの各サイクルにおいて点検する制御棒駆動機構の台数とその累積台数を示すものである。

【0041】ここで7サイクル先からは、設定した各グループ単位の点検となるが、1サイクルから6サイクルまでの過渡期には、制御棒駆動機構の点検台数がプラントの全制御棒駆動機構台数を点検サイクル(この場合、7サイクルで割った平均台数、この場合、約2.0台)よりも、最大で9台、平均で約4台、点検する制御棒駆動機構が増加している。これは、無作為の位置の制御棒駆動機構を点検する作業から、図のように近接する配置(グループ化された位置)の制御棒駆動機構を点検できるように変更するために生じる台数の増加である。

【0042】本実施例の長期点検計画立案手法は、各サイクルで点検する制御棒駆動機構の台数を平準化するた

めに、図6に示したグループ化の設定を逐次変更（最初の分割の形を変更）し、全ての設定条件について情報処理を行うと共に、上述した平均台数からの増加台数の最大値もしくは平均値、および両値を最適化の指標として、これらを最小とするグループの分割方式を求めることにより、点検サイクル先までの点検台数を平準化すると共に点検制御棒駆動機構の炉心配置をグループ化する長期点検計画を立案、提供することができる。一例としては、前述したような、最適化指標 x を最小とするグループを求めることにより、実現することができる。

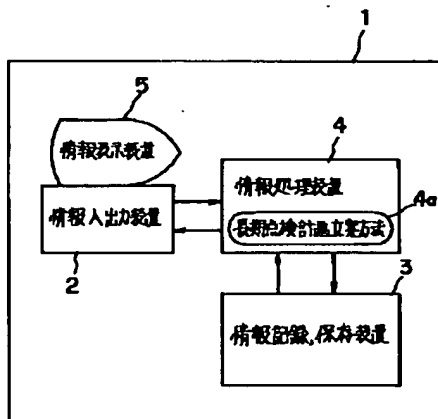
【0043】なお、本実施例による長期点検計画（点検サイクル先までの点検台数を平準化するグループ分割の結果）は、当所の目的通り、設定したサイクル数を超えることなく、5サイクルの点検計画から7サイクルのグループ化した点検計画を点検サイクル先まで立案した結果に相当するものである。

【0044】また、最適化の指標としては、上述した制御棒駆動機構の点検台数に関するものだけでなく、点検作業の費用や作業工程（時間、人工数等）を適用することも可能である。

【0045】

【発明の効果】以上の実施例で詳述したように、本発明によれば、原子力プラントの制御棒駆動機構の点検計画の立案において、点検する制御棒駆動機構の炉心配置を最適化すると同時に1回の定期検査で点検する制御棒駆動機構の本数を平準化することができ、点検費用、工程および作業量を最適化することができ、制御棒駆動機構の信頼性向上と保守作業の効率化に寄与することができる。

【図1】



【0046】また、点検する制御棒駆動機構を炉心配置上においてグループ化することにより、定期検査において同時期に実施される燃料交換作業等の他の点検、保守作業との並行作業を可能とし、定期検査の工程短縮にも寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例を示すブロック構成図。

【図2】本発明の方法を示すフローチャート。

【図3】一般的なプラントの制御棒駆動機構点検計画の一例（BWRの炉心配置上の制御棒駆動機構の位置および点検後サイクル）を示す図。

【図4】（1）～（8）は長期点検計画立案方法の情報処理手順（アルゴリズム）を説明する図。

【図5】（1）～（8）は長期点検計画立案方法の情報処理手順を示す図。

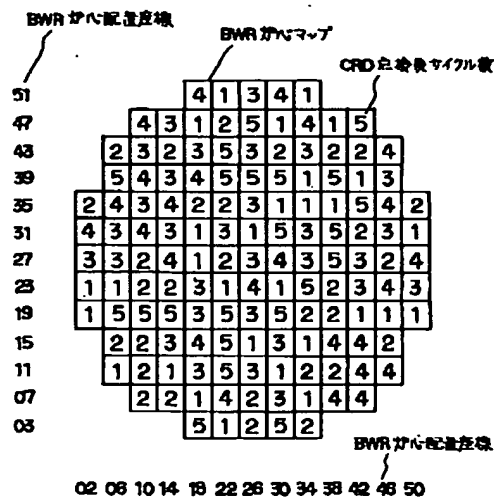
【図6】長期点検計画立案装置において長期点検計画を立案するためのデータを入力、設定に関する情報処理を説明する図。

【図7】長期点検計画立案装置による長期点検計画を立案した結果の出力、表示等に関する情報処理を説明する図。

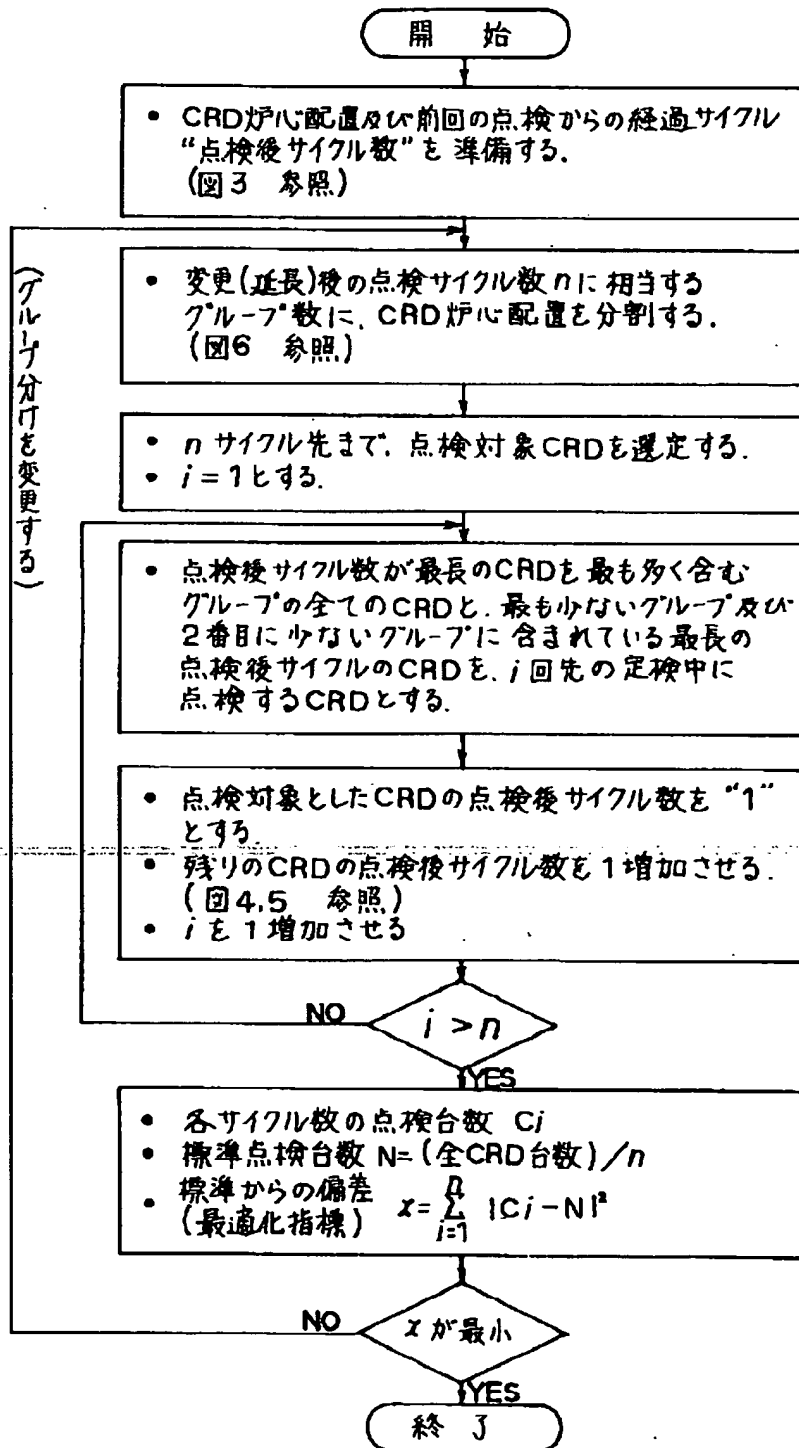
【符号の説明】

- 1 長期点検計画立案装置
- 2 長期点検計画データの情報入出力装置
- 3 情報記録保存装置
- 4 情報処理装置
- 5 情報表示装置
- n 制御棒駆動機構の点検サイクル数
- A～G グループ

【図3】



【図2】



【図4】

	A	B	C	D	E	F	G
(1)	5	5	5	5	5	5	5
	4	4	4	4	4	4	4
	3	3	3	3	3	3	3
	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1

	A	B	C	D	E	F	G
(2)	1	5	6	6	6	1	1
	1	5	5	5	5	5	5
	1	4	4	4	4	4	4
	1	3	3	3	3	3	3
	1	2	2	2	2	2	2

	A	B	C	D	E	F	G
(3)	2	1	7	1	1	2	2
	2	1	6	6	6	6	6
	2	1	5	5	5	5	5
	2	1	4	4	4	4	4
	2	1	3	3	3	3	3

	A	B	C	D	E	F	G
(4)	3	2	1	2	2	3	3
	3	2	1	7	7	1	1
	3	2	1	6	6	6	6
	3	2	1	5	5	5	5
	3	2	1	4	4	4	4

	A	B	C	D	E	F	G
(5)	4	3	2	1	3	4	4
	4	3	2	1	2	2	2
	4	3	2	1	7	7	7
	4	3	2	1	6	6	6
	4	3	2	1	5	5	5

	A	B	C	D	E	F	G
(6)	5	4	3	2	1	5	5
	5	4	3	2	1	3	3
	5	4	3	2	1	7	7
	5	4	3	2	1	6	6
	5	4	3	2	1	5	5

	A	B	C	D	E	F	G
(7)	6	5	4	3	2	1	6
	6	5	4	3	2	1	5
	6	5	4	3	2	1	4
	6	5	4	3	2	1	3
	6	5	4	3	2	1	2

	A	B	C	D	E	F	G
(8)	7	6	5	4	3	2	1
	7	6	5	4	3	2	1
	7	6	5	4	3	2	1
	7	6	5	4	3	2	1
	7	6	5	4	3	2	1

A～G: プロット

枠内の数字: 検量数の経過年数

【図5】

	A	B	C	D	E	F	G	H
(1)	5	5	5	5	5	5	5	5
	4	4	4	4	4	4	4	4
	3	3	3	3	3	3	3	3
	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	1	1	1	1	1	1	1

	A	B	C	D	E	F	G	H
(2)	1	5	6	6	6	1	1	1
	1	5	5	5	5	5	5	5
	1	4	4	4	4	4	4	4
	1	3	3	3	3	3	3	3
	1	2	2	2	2	2	2	2

	A	B	C	D	E	F	G	H
(3)	2	1	7	1	1	2	2	2
	2	1	6	6	6	6	6	6
	2	1	5	5	5	5	5	5
	2	1	4	4	4	4	4	4
	2	1	3	3	3	3	3	3

	A	B	C	D	E	F	G	H
(4)	3	2	1	2	2	3	3	3
	3	2	1	7	7	1	1	1
	3	2	1	6	6	6	6	6
	3	2	1	5	5	5	5	5
	3	2	1	4	4	4	4	4

	A	B	C	D	E	F	G	H
(5)	4	3	2	1	3	4	4	4
	4	3	2	1	2	2	2	2
	4	3	2	1	7	7	7	7
	4	3	2	1	6	6	6	6
	4	3	2	1	5	5	5	5

	A	B	C	D	E	F	G	H
(6)	5	4	3	2	1	5	5	5
	5	4	3	2	1	3	3	3
	5	4	3	2	1	7	7	7
	5	4	3	2	1	6	6	6
	5	4	3	2	1	5	5	5

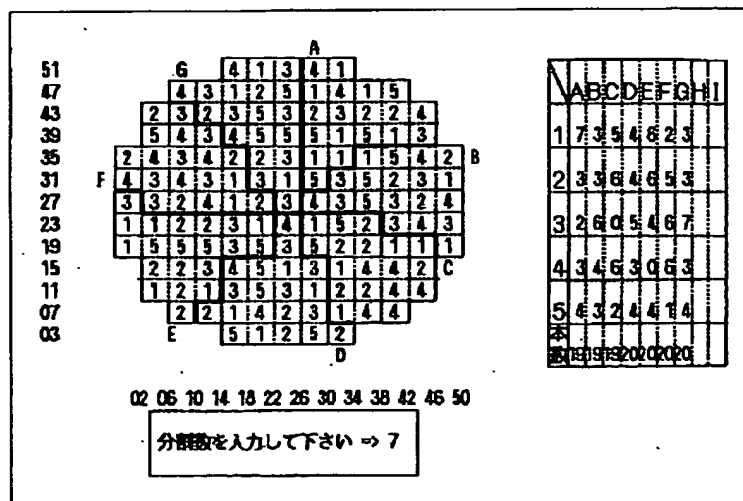
	A	B	C	D	E	F	G	H
(7)	6	5	4	3	2	1	6	6
	6	5	4	3	2	1	5	5
	6	5	4	3	2	1	4	4
	6	5	4	3	2	1	3	3
	6	5	4	3	2	1	2	2

	A	B	C	D	E	F	G	H
(8)	7	6	5	4	3	2	1	7
	7	6	5	4	3	2	1	6
	7	6	5	4	3	2	1	5
	7	6	5	4	3	2	1	4
	7	6	5	4	3	2	1	3

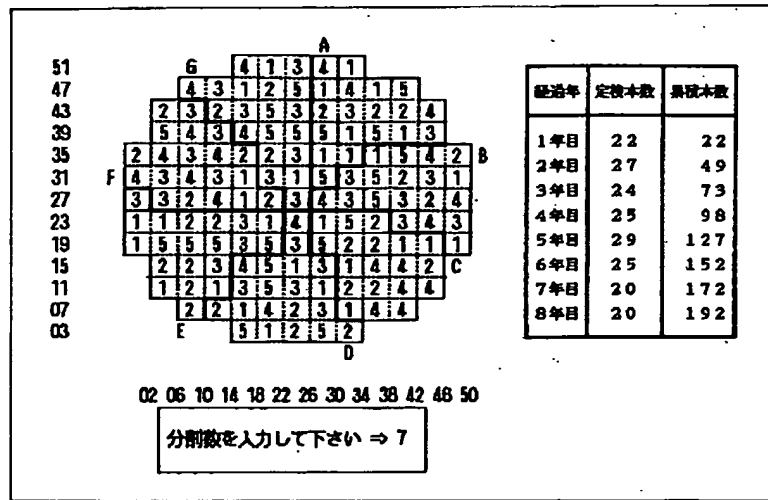
A～H: プロット

枠内の数字: 検量数の経過年数

【図6】



【図7】



DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] In planning of the check plan of the control rod drive mechanism (CRD) of an atomic power plant, this invention relates to the long-term check planned planning method and equipment of a control rod drive mechanism which can equalize the number of the control rod drive mechanism checked with one periodic check at the same time it optimizes reactor core arrangement of the control rod drive mechanism to check.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, planning of the check plan of the control rod drive mechanism of an atomic power plant is judged by the technician of a design or maintenance based on various information gathering, the analysis of those and experience, knowledge, etc.

[0003] For example, the decision person of a check plan collected and analyzed check required for the performance of a control rod drive mechanism, or evaluation of a degradation situation, and maintenance information, and has decided upon the check plan of a control rod drive mechanism based on the judgment procedure and judgment knowledge as an expert.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the performance of a control rod drive mechanism may appear as big influences of overmaintenance, decline in the operating ratio by fault and the increase in failure, economical loss, etc. in the check plan upon which may produce an early situation and a difference, consequently it decided in early stages of employment of a plant by various maintenance services, such as long term deterioration or a device, and exchange of parts.

[0005] moreover, in the former, since the check work of a control rod drive mechanism is individually done about the control rod drive mechanism extracted in reactor core arrangement in the random position, while causing decline in working capacity, protraction of the time necessary for completion, etc., other check and parallel work with a maintenance service are troublesome -- etc. -- there was also a problem

[0006] furthermore, when changing extending a check cycle etc., it is necessary to form the long-term check plan over the future, and in the Prior art upon which it decides for every specific periodic check, the need of checking many control rod drive mechanisms intensively with a future periodic check may arise, or the contradiction of a check place being diversified may be produced

[0007] this invention was made based on such a situation, and is set to planning of the check plan of the control rod drive mechanism of an atomic power plant. The number of the control rod drive mechanism checked with one periodic check at the same time it optimizes reactor core arrangement of the control rod drive mechanism to check can be equalized. By carrying out grouping of the control rod drive mechanism which can optimize check costs, a process, and rating by this, and can contribute to the improvement in reliability of a control rod drive mechanism, and the increase in efficiency of a maintenance service, and is checked on reactor core arrangement Other check of the fuel

exchange work done in a periodic check at the period and parallel work with a maintenance service are enabled, and it aims at offering the long-term check planned planning method and equipment of a control rod drive mechanism which can be contributed also to process shortening of a periodic check.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the aforementioned purpose, the long-term check planned planning method of the control rod drive mechanism concerning this invention About each control rod drive mechanism prepared in the reactor, the reactor core arrangement and long-term check planned planning equipment of a control rod drive mechanism It asks for the data about the number of after [check] run cycles operated after the last check required for planning of a prolonged check plan. The aforementioned control rod drive mechanism is divided into two or more groups by the partition method which makes one group two or more control rod drive mechanisms of contiguity arrangement, and it is characterized by setting up sequentially from the group containing most control rod drive mechanisms with many aforementioned cycles performing the check on and after next time per group.

[0009] In this case, it is desirable to set up for check of some of control rod drive mechanisms with many aforementioned cycles which belong to groups other than this group for that the check of every to also be combined in addition to checking sequentially from the included group, and perform a control rod drive mechanism with many after [check] run cycles.

[0010] Moreover, the long-term check planned planning equipment of the control rod drive mechanism concerning this invention The information I/O device which performs I/O with the data of reactor core arrangement of a control rod drive mechanism, the number of after [check] run cycles, and others, and the data about future check plans, It is characterized by having the information record which performs information record and preservation of the aforementioned data, preservation equipment, the information processor which performs information processing about planning of a long-term check plan based on the aforementioned data, and the information display which displays the information about the drawn-up long-term check plan.

[0011]

[Function] While optimizing reactor core arrangement of the control rod drive mechanism to check in planning of the check plan of the control rod drive mechanism of an atomic power plant according to this invention, the number of the control rod drive mechanism checked with one periodic check can be equalized, check costs, a process, and rating can be optimized by that cause, and it can contribute to the improvement in reliability of a control rod drive mechanism, and the increase in efficiency of a maintenance service.

[0012] Moreover, by carrying out grouping of the control rod drive mechanism to check on reactor core arrangement, other check of the fuel exchange work done in a periodic check at the period and parallel work with a maintenance service are enabled, and it can contribute also to process shortening of a periodic check.

[0013]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained with reference to a drawing. In addition, this example applies about the control rod drive mechanism (CRD) of a boiling water reactor (BWR).

[0014] Drawing 1 shows the block composition of one example of this invention.

[0015] Information I/O device 2 of the long-term check plan data drawn up by data and long-term check planned planning equipment 1, The information record-keeping equipment 3 of the aforementioned data and the aforementioned long-term check plan data, The information processor 4 which draws up the prolonged check plan to the check cycle point by various data and long-term check planned planning technique 4a memorized by this information record-keeping equipment 3, It consists of information displays 5 which offer the long-term check plan data drawn up by the various data and the information processor 4 which were memorized by information record-keeping equipment 3.

[0016] Drawing 2 shows the procedure of the method of this example with the flow chart.

[0017] In this example, the number of plant operation cycles (it abbreviates to the cycle after check hereafter) which is not rechecking by being used after reactor core arrangement of a control rod drive mechanism and the last check is first prepared as data required for planning of a prolonged check plan.

[0018] Next, check cycle several n of the control rod drive mechanism after change (extension) is specified. And a long-term check plan is drawn up by performing the group division which divides reactor core arrangement of a control rod drive mechanism into n groups, and selecting the control rod drive mechanism used as the candidate for check to n cycle point. First, it is referred to as $i = 1$ and the control rod drive mechanism checked with a next periodic check is selected.

[0019] Here, it selects as a control rod drive mechanism which checks all the control rod drive mechanisms of the group containing most control rod drive mechanisms from which the number of after [check] cycles serves as the longest, and the control rod drive mechanism of the longest cycle after check contained in the fewest group and the group few to the 2nd with the periodic check of i cycle point. And the number of after [check] cycles of the selected control rod drive mechanism is set to "1", and 1 **** of the numbers of after [check] cycles of the remaining control rod drive mechanism is carried out. Moreover, 1 **** of i is carried out.

[0020] This procedure is repeatedly performed until it becomes $i > n$. This enables it to have selected the control rod drive mechanism used as the candidate for check to i cycle point one by one.

[0021] Next, it asks for the deflection (let this be an optimization index) x from a standard like a lower formula using the number N of standard check broken by the check cycle n after changing the number C_i of check in i cycles each, and the number of all control rod drive mechanisms.

[0022]

[Equation 1]

[0023] And a group division of reactor core arrangement is changed, and the above-mentioned procedure is repeated and performed so that this value of x may serve as the minimum. The selection result of a control rod drive mechanism used as the candidate for check to n cycle point obtained when x was group division used as the minimum is considered as the optimal long-term check plan, and is offered.

[0024] Hereafter, the method of this invention is explained based on a concrete example.

[0025] Drawing 3 shows the position (one frame is equivalent to one control rod drive mechanism) of the control rod drive mechanism on reactor core arrangement of BWR, and the numeric value within the limit shows the number of plant operation cycles (it abbreviates to the cycle after check hereafter) used without checking after the last check. here -- for example, a numeric value "5" within the limit should pass 5 times of plant operation cycles from the last check -- it is shown that it is In the case of the plant which has specified the check cycle of a control rod drive mechanism as 5 cycles, this control rod drive mechanism shows the bird clapper for check with the next periodic check.

[0026] In addition, the example of drawing 3 makes 5 cycles the check cycle of a control rod drive mechanism, and shows an example of the control rod drive mechanism check plan of a general plant which has been checking the control rod drive mechanism of a random position on reactor core arrangement.

[0027] Drawing 4 (1) - (8) diagrams the information processing procedure (algorithm) of the long-term check planned planning technique in the case of changing the check cycle of a control rod drive mechanism into 7 cycle (equivalent to the thing which divided reactor core arrangement into seven and for which a control rod drive mechanism is checked for every group) from 5 cycles (equivalent to the thing which divided reactor core arrangement into five and for which a control rod drive mechanism is checked for every group). Hereafter, drawing 4 explains the algorithm of the long-term check planned planning technique.

[0028] Like this example, when changing a check cycle (extension), the control rod drive mechanism which has passed 5 cycles since the last check may be contained in each group. In this case, it selects so that the control rod drive mechanism which passed all the control rod drive mechanisms of Group A and 5 cycles of Groups F and G in the control rod drive mechanism checked with the 1st periodic check after cycle change as shown in (1) of drawing 4 may be checked. However, Group A is a group with most control rod drive mechanisms which have passed 5 cycles since the last check, and selects Groups F and G here in order of a group with few control rod drive mechanisms which have passed 5 cycles since the last check.

[0029] next, the cycle after check of other control rod drive mechanisms which were not selected while setting to "1" the cycle after check of the control rod drive mechanism selected by the above-mentioned procedure, as shown in drawing 4 (2) -- "1" -- it is made to increase That is, the cycle after check of each control rod drive mechanism in a next periodic check is set up.

[0030] Hereafter, the long-term check plan of the control rod drive mechanism to the check cycle point after change can be drawn up with the same procedure.

[0031] For example, it selects so that the control rod drive mechanism which passed all the control rod drive mechanisms of Group B and 6 cycles of Groups C and D in the control rod drive mechanism checked with the 2nd periodic check after cycle change as shown in (2) of drawing 4 may be checked. However, Group B is a group with most control rod drive mechanisms which have passed 6 cycles since the last check, and selects Groups C and D here in order of a group with few control rod drive mechanisms which have passed 6 cycles since the last check.

[0032] next, the cycle after check of other control rod drive mechanisms which were not selected while setting to "1" the cycle after check of the control rod drive mechanism

selected by the above-mentioned procedure, as shown in drawing 4 (3) -- "1" -- it is made to increase. That is, the cycle after check of each control rod drive mechanism in a next periodic check is set up.

[0033] By repeating the above procedure, the long-term check plan of the control rod drive mechanism to the check cycle point after change can be drawn up.

[0034] Drawing 5 (1) - (8) the check cycle of a control rod drive mechanism from 5 cycles (equivalent to the thing which divided reactor core arrangement into five and for which a control rod drive mechanism is checked for every group) The planning procedure of the long-term check plan in the case of changing into 8 cycles (equivalent to the thing which divided reactor core arrangement into eight and for which a control rod drive mechanism is checked for every group) is diagramed. By applying the algorithm of the long-term check planned planning technique explained using drawing 4, it is not based on the method of change of a check cycle, but it is shown by the proposed long-term check planned planning technique that the prolonged check plan of a control rod drive mechanism can be drawn up.

[0035] Also in the state of checking the control rod drive mechanism of a random position in the reactor core arrangement, the plant to apply can only change the setting method of a group into all in the state of checking the control rod drive mechanism by which grouping was already carried out, simply, and can apply this long-term check planned planning technique to them.

[0036] Drawing 6 shows an example of the screen of the information I/O device of the long-term check planned planning equipment realized using the long-term check planned planning technique shown in drawing 4 and drawing 5. That is, this example explains the example which draws up the long-term check plan at the time of extending a check cycle in 7 cycles (change), and dividing into a flabellate from a reactor core center at seven groups from the control rod drive mechanism check plan data (a check cycle is data with the random reactor core arrangement in 5 cycles) of a plant in which the cycle after check shown in drawing 3 and its reactor core arrangement are shown.

[0037] The screen on the left-hand side of drawing 6 shows the position (one frame is equivalent to one control rod drive mechanism) of the control rod drive mechanism on reactor core arrangement of BWR, and the numeric value within the limit shows the number of cycles after the last check. This cycle data can input the group number to divide in the cycle after the last check by the dialogic operation of this screen by pointing to the frame on a screen and inputting a numeric value with input units, such as a keyboard, by the information I/O device of long-term check planned planning equipment, with input units, such as a mouse.

[0038] Moreover, although division of a group selects and displays the optimal division method automatically by the long-term check planned planning technique in which it explained using drawing 4, it is also possible as an operation demand of an equipment user to set up by the manual and to decide upon a long-term check plan by directing the frame on BWR reactor core arrangement with input units, such as a mouse.

[0039] The screen on the right-hand side of drawing 6 shows the number according to after [check] cycle of the control rod drive mechanism belonging to each group obtained by the alter operation of the information mentioned above. For example, the thing of the cycle after check of Group A "5" which four control rod drive mechanisms are is shown. That is, this example is equivalent to the data set as the information processing object of

long-term check planned planning, and is equivalent to (1) of drawing 4 . Based on this data, the long-term check plan of the control rod drive mechanism to the check cycle point can draw up automatically by the long-term check planned planning technique in which drawing 4 was used and explained.

[0040] Drawing 7 shows the number and its number of accumulation of the control rod drive mechanism checked in each cycle to the check cycle point upon which it was decided by the long-term check planned planning technique and this equipment based on the data of drawing 6 .

[0041] Although it becomes check of each set-up group unit from 7 cycle point here, the control rod drive mechanism to which the check number of a control rod drive mechanism checks all about four control rod drive mechanism number of a plant by nine sets and average at the maximum rather than a check cycle (they are about 20 sets in the number of balance beams broken by 7 cycle in this case and this case) is increasing from 1 cycle to the transition stage of 6 cycle **. This is the increase in the number produced from the work which checks the control rod drive mechanism of a random position in order to change so that the control rod drive mechanism of the arrangement (position by which grouping was carried out) which approaches as shown in drawing can be checked.

[0042] In order that the long-term check planned planning technique of this example may equalize the number of the control rod drive mechanism checked in each cycle While changing serially a setup of the grouping shown in drawing 6 (the form of the first division is changed) and processing information about all setups By asking for the division method of the group which makes these the minimum as an index of optimization of the maximum or the average, and both the values of the number of an increase from the number of balance beams mentioned above While equalizing the number of check to the check cycle point, the long-term check plan which carries out grouping of the reactor core arrangement of a check control rod drive mechanism can be drawn up and offered. It is realizable by asking for the group which makes the minimum the optimization index x which was mentioned above as an example.

[0043] In addition, the long-term check plan (result of the group division which equalizes the number of check to the check cycle point) by this example is equivalent to the result which drew up the check plan in which 7 cycles carried out grouping from the check plan of 5 cycle to the check cycle point, without exceeding the set-up number of cycles as the purpose of here.

[0044] Moreover, as an index of optimization, not only the thing about the check number of the control rod drive mechanism mentioned above but the thing for which costs and the routings of check work (time, artificial number, etc.) are applied is possible.

[0045]

[Effect of the Invention] As explained in full detail in the above example, while optimizing reactor core arrangement of the control rod drive mechanism to check in planning of the check plan of the control rod drive mechanism of an atomic power plant according to this invention, the number of the control rod drive mechanism checked with one periodic check can be equalized, check costs, a process, and rating can be optimized, and it can contribute to the improvement in reliability of a control rod drive mechanism, and the increase in efficiency of a maintenance service.

[0046] Moreover, by carrying out grouping of the control rod drive mechanism to check on reactor core arrangement, other check of the fuel exchange work done in a periodic

check at the period and parallel work with a maintenance service are enabled, and it can contribute also to process shortening of a periodic check.

[Translation done.]